

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-37084

(43)公開日 平成7年(1995)2月7日

(51)Int.Cl.⁶ 識別記号 庁内整理番号 F I 技術表示箇所
G 0 6 T 5/00
H 0 4 N 1/407
5/20 9191-5L G 0 6 F 15/ 68 3 1 0 J
4226-5C H 0 4 N 1/ 40 1 0 1 E
審査請求 有 請求項の数 2 FD (全 11 頁)

(21)出願番号 特願平5-197937

(22)出願日 平成5年(1993)7月15日

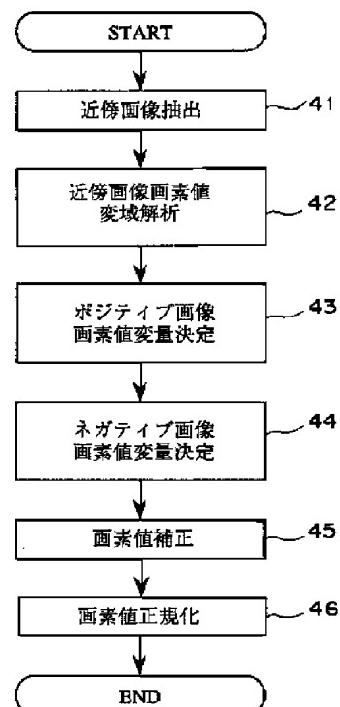
(71)出願人 000001144
工業技術院長
東京都千代田区霞が関1丁目3番1号
(72)発明者 加藤 俊一
茨城県つくば市梅園1丁目1番4 工業技術院電子技術総合研究所内
(74)指定代理人 工業技術院電子技術総合研究所長

(54)【発明の名称】 画質改善方法および装置

(57)【要約】

【目的】 画像情報をイメージセンサやモニタカメラ等の装置で入力する際、入力される光の明度に対する撮像素子の非線形な応答特性を補正し、また、人間にとて見づらい局所的に暗い部分や局所的に明るい部分のコントラストを強調して人間に違和感なく画質を改善し、画像処理のための実用に即したものとするすることを目的とする。

【構成】 画像の各画素毎の近傍で画素値の分布すなわち局所的な変域を測定し、局所的変域の下限値に比例した分だけ画素値を修正したポジティブ画像を求め、また、ネガティブ画像上での局所的変域の下限値に比例した分だけ画素値を修正したネガティブ画像を求め、これらの修正された画素値の比の対数によって近傍中心の画素値を補正し正規化して、コントラストおよびシャープさを改善する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像の各画素毎に当該画素の近傍での画素値の分布に応答する局所的な変域を測定し、ついで前記測定によって得られた局所的変域の下限値に比例した分だけ前記画素値を修正したポジティブ画像を求めると共にネガティブ画像上での前記局所的変域の下限値に比例した分だけ前記画素値を修正したネガティブ画像を求め、前記各々修正された画素値の比の対数によって前記近傍中心の画素値を補正し正規化することを特徴とする画質改善方法。

【請求項2】 (a) 画像情報を入力するための入力機構と、

(b) 前記入力機構から画像を受け取り、各画素毎に当該画素を含む近傍の画素値を取り出す近傍画像抽出機構と、

(c) 前記近傍画像抽出機構から近傍画像を受け取り、画素値の分布に応答する局所的な変域を測定する近傍画像画素値変域解析機構と、

(d) 前記近傍画像画素値変域解析機構の結果に基づき、前記局所的変域の下限値に比例して前記近傍中心の画素値の補正量を計算するポジティブ画像画素値変量決定機構と、

(e) 前記近傍画像画素値変域解析機構の結果に基づき、対応するネガティブ画像上での前記局所的変域の下限値に比例して前記近傍中心の画素値の補正量を計算するネガティブ画像画素値変量決定機構と、

(f) 前記ポジティブ画像画素値変量決定機構で得られた変量と、前記ネガティブ画像画素値変量決定機構で得られた変量とによって、前記ポジティブ画像およびネガティブ画像の画素値を修正し、これらの比の対数によって、前記近傍中心画素の画素値を補正する画素値補正機構と、

(g) 前記画素値補正機構で得られた画素値を正規化する画素値正規化機構と、

(h) 前記画素値正規化機構から各画素の画素値を受け取り、画像全体を構成して出力する出力機構とを備えたことを特徴とする画質改善装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、画像の画質、特に、イメージセンサやモニタカメラ等で入力した画像のコントラストとシャープさとを改善する画質改善方法および装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 画像処理の分野、および、画像表示を利用した視覚的インターフェース技術の分野では、高精度の画像入力機構と共に、入力された画像を人間の視認性の良い画質に変換する必要性が高まっている。

【0003】 このための対策として、画像の各画素値に線形変換、指数変換あるいは対数変換のいずれかを施

10

20

30

40

50

し、画像のある画素値の区間でのコントラストを強調するという手法がある（谷内田（編）「コンピュータビジョン」pp. 27-30, 丸善, 1990年、および長谷川：「画像光学」pp. 152-157, コロナ社, 1983年）。

【0004】 図1は、線形変換による画像のコントラスト強調の手法を説明するための図であり、図2は、指数変換による画像のコントラスト強調の手法を説明するための図であり、図3は、対数変換による画像のコントラスト強調の手法を説明するための図である。

【0005】 図1、図2および図3を参照しながら、従来の手法を説明する。

【0006】 線形変換による画像のコントラスト強調の手法は、図1に見るように、入力画像の画素値vの区間を $v \leq b$, $b \leq v \leq a$, $a \leq v$ 等の幾つかに分けて、それぞれの区間で画素値を変換する1次変換式を

【0007】

【数1】

$$f(v) = \frac{A - B}{a - b} (v - b) + B$$

のように定義し、この線形変換によって入力画像の画素値vを $f(v)$ に変換する。この際、利用者は強調したい画素値の区間（例えば $b \leq v \leq a$ ）での1次変換式の傾きを大きく設定することが、行われている。

【0008】 指数変換による画像のコントラスト強調の手法は、テレビジョン技術の分野ではガンマ補正と呼ばれ、図2に見るように、指数関数に基づいて入力画像の画素値vを $g(v)$ に変換する。この際、コントラストの強調の度合いは、図2の指数関数の各点における曲線の傾きで定まり、画素値vの大きな範囲（図2の例では $b \leq v \leq a$ ）でコントラストが強調される。この指数変換の式は入力画像全体に対して同じ形で適用されることが、行われている。

【0009】 対数変換による画像のコントラスト強調の手法は、図3に見られるように、対数関数に基づいて入力画像の画素値vを $h(v)$ に変換する。この際、コントラスト強調の度合いは、図3の対数関数の各点における曲線の傾きで定まり、画素値vの小さな範囲（図3の例では $b \leq v \leq a$ ）でコントラストが強調される。この曲線の形状すなわち対数変換の式は入力画像全体に対して同じ形で適用される。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、線形変換による方法では、入力された個々の画像を利用者が観察しながらその画質に応じて、図1に示した折れ線のように、入力画素値に対する出力画素値の写像を一次変換式の組として定義しなければならず、変換式の一般性は得られない。

【0011】 指数変換による方法では、あらかじめ定義された変換式に従って画素値を変換するが、画素値の大

きい値の区間（図2の例では $b \leq v \leq a$ ）のコントラストは強調されるが、一方、画素間の小さい値の区間（図2の例では $v \leq b$ ）のコントラストは劣化する。

【0012】同様に、対数変換による方法では、あらかじめ定義された変換式に従って画素値を変換するが、画素値の小さい値の区間（図3の例では $b \leq v \leq a$ ）のコントラストは強調されるが、一方、画素値の大きい値の区間（図3の例では $a \leq v$ ）のコントラストは劣化する。

【0013】本発明の目的は、このような問題を解決し、画素値の小さい区間のコントラストを強調するとともに画素値の大きい区間のコントラストを強調することにより画質の改善された画像を得ることにある。

【0014】本発明の他の目的は、入力された画像の画素値の分布に適応して、高速にコントラストを強調したシャープな画像を得ることにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明の画質改善方法は、画像の各画素毎に当該画素の近傍での画素値の分布に応答する局所的な変域を測定し、ついで前記測定によって得られた局所的変域の下限値に比例した分だけ前記画素値を修正したポジティブ画像を求めると共にネガティブ画像上での前記局所的変域の下限値に比例した分だけ前記画素値を修正したネガティブ画像を求め、前記各々修正された画素値の比の対数によって前記近傍中心の画素値を補正し正規化することを特徴とする。

【0016】本発明の画質改善装置は、（a）画像情報を入力するための入力機構と、（b）前記入力機構から画像を受け取り、各画素毎に当該画素を含む近傍の画素値を取り出す近傍画像抽出機構と、（c）前記近傍画像抽出機構から近傍画像を受け取り、画素値の分布に応答する局所的な変域を測定する近傍画像画素値変域解析機構と、（d）前記近傍画像画素変域解析機構の結果に基づき、前記局所的変域の下限値に比例して前記近傍中心の画素値の補正量を計算するポジティブ画像画素値変量決定機構と、（e）前記近傍画像画素値変域解析機構の結果に基づき、対応するネガティブ画像上での前記局所的変域の下限値に比例して前記近傍中心の画素値の補正量を計算するネガティブ画像画素値変量決定機構と、

（f）前記ポジティブ画像画素値変量決定機構で得られた変量と、前記ネガティブ画像画素値変量決定機構で得られた変量とによって、前記ポジティブ画像およびネガティブ画像の画素値を修正し、これらの比の対数によって、前記近傍中心画素の画素値を補正する画素値補正機構と、（g）前記画素値補正機構で得られた画素値を正規化する画素値正規化機構と、（h）前記画素値正規化機構から各画素の画素値を受け取り、画像全体を構成して出力する出力機構とを備えたことを特徴とする。

【0017】

【作用】以上の画質改善方法および装置によれば、入力

50

された画像の画素値の分布特性を事前に仮定することなく、入力された画像の局所的な画素値の分布に適応してコントラストを強調する度合いを近傍での処理のみで調節することが可能となり、また、画素値の小さい値の区間のコントラストが強調されると同時に、画素値の大きい値の区間のコントラストも強調される。

【0018】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の実施例を詳細に説明する。

【0019】図4は、本発明の第1の実施例にかかる画質改善方法を説明するための流れ図であり、図5は、この画質改善方法を実施する装置のブロック図である。図4および図5を参照しながら、本実施例を説明する。

【0020】まず、イメージセンサ、モニタカメラ等の入力機構51により画像を入力する。この入力画像の各画素値が取り得る変域の下限を v_L 、上限を v_H で表すものとする。

【0021】近傍画像抽出機構52は、入力機構51より画像を受け取り、この画像中の各画素毎にその近傍領域を含む部分画像を抽出し、近傍ポジティブ画像とする（ステップ41）。近傍の一例として注目する画素の8近傍で説明する。図6において、注目する画素の画素値を v_0 とし、その8近傍の画素の画素値をそれぞれ $v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8$ で表すものとする。

【0022】近傍画像画素値変域解析機構53は、近傍画像抽出機構52より近傍画像を受け取り、近傍画像内での画素値の分布を解析しその変域を測定する（ステップ42）。以下の説明では、画素値の分布を表す統計量の一例として、 $v_0, v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8$ 中の最大値 $v_{\max} = \max(v_1, \dots, v_8)$ と最小値 $v_{\min} = \min(v_1, \dots, v_8)$ を用いて説明する。

【0023】ポジティブ画像画素値変量決定機構54は、近傍画像画素値変域解析機構53より、画素値の局所的変域の最小値 v_{\min} を受け取る。次式によってポジティブ画像画素値変量 δ_{posi} を計算する（ステップ43）。

【0024】

$$\text{【数2】 } \delta_{\text{posi}} = C_{\text{app}} \times (v_{\min} - v_L) + C_{\text{offset}} \quad (C_{\text{app}}, C_{\text{offset}} \text{ は定数})$$

ポジティブ画像画素値変量 δ_{posi} は、画素値の局所的変域の最小値 v_{\min} にともなって変わる量である。

【0025】ネガティブ画像画素値変量決定機構55は、近傍画像画素値変域解析機構53より、画素値の局所的変域の最大値 v_{\max} を受け取る。次式によって定まるネガティブ画像画素値変量 δ_{neg} を計算する（ステップ44）。

【0026】

$$\text{【数3】 } \delta_{\text{neg}} = C_{\text{app}} \times (v_H - v_{\max}) + C_{\text{offset}}$$

(C_{amp} , C_{offset} は定数)

ネガティブ画像画素値変量 δ_{neg} は、画素値の局所的変域の最大値 v_{max} にともなって変わる量である。一般に、ある画像の画素値 v に対して $v_u - v$ はその画像のネガティブ画像の画素値となるから、 δ_{neg} はネガティブ画像上での δ_{pos} に相当している。

【0027】画素値補正機構56は、近傍画像画素値変域解析機構53より、注目する画素の画素値 v_0 を受け取り、ポジティブ画像画素値変量決定機構54よりポジティブ画像画素値変量 δ_{pos} を受け取り、ネガティブ画像画素値変量決定機構55よりネガティブ画像画素値変量 δ_{neg} を受け取る。次式で定義される画素値の関数 $k(v)$

【0028】

【数4】

$$k(v) = 1 \circ g \frac{v - v_L + \delta_{pos}}{v_U - v + \delta_{neg}}$$

によって注目する画素の画素値 v_0 を $k(v_0)$ に補正する(ステップ45)。この式は、ポジティブ画像画素値変量 δ_{pos} によって補正されたポジティブ画像の画素値と、ネガティブ画像画素値変量 δ_{neg} によって補正されたネガティブ画像の画素値との比の対数を求めることが相当している。

*

$$K(v_0) = \frac{v_U - v_L}{k(v_U) - k(v_L)} \times (k(v_0) - k(v_L)) + v_L$$

画像出力機構58は、画素値正規化機構57より v_L から v_U の範囲に正規化された各画素の画素値 $K(v_0)$ を受け取り、画像全体を構成して出力する。

【0032】参考のために、図8～図13に本実施例で画像のコントラストとシャープさがどのように改善されるかを、ドットプリンタによって各々プリントした実験例で示す。図8は医用画像の一種である眼底写真をイメージセンサで読み取ってプリントアウトした原画像であり、図9はこれに本実施例による処理を施した結果である。図10は風景写真の一例としてガソリンスタンドの俯瞰写真をイメージセンサで読み取ってプリントアウトした画像であり、図11はこれに本実施例による処理を施した結果である。図12は石膏のブロックの写真をイメージセンサで読み取ってプリントアウトした画像であり、図13はこれに本実施例による処理を施した結果である。

【0033】次に、本発明の第2の実施例を説明する。図7は、同実施例にかかる画質改善装置を示す図である。

【0034】この画質改善装置は、(a) 画像情報を入力するための入力機構71と、(b) 入力機構71から画像を受け取り、各画素に注目して $N \times M$ 個(画像のサイズを $N \times M$ とする)の近傍の画素値を取り出す近傍画像抽出機構72と、(c) 近傍画像抽出機構72から近

50

* 【0029】

【数5】

$$k(v_0) = 1 \circ g \frac{v_U - v_L + \delta_{pos}}{v_U - v_0 + \delta_{neg}}$$

同様に、以下の諸量、すなわち、各画素値が取り得る変域の下限 v_L および上限 v_U に関する $k(v_L)$, $k(v_U)$ を求める。

【0030】

【数6】

$$k(v_L) = 1 \circ g \frac{\delta_{pos}}{v_U - v_L + \delta_{neg}}$$

$$k(v_U) = 1 \circ g \frac{v_U - v_L + \delta_{pos}}{\delta_{neg}}$$

画素値正規化機構57は、画素値補正機構56より注目する画素の補正された画素値 $k(v_0)$ および、 $k(v_L)$, $k(v_U)$ を受け取り、次式によって、画素値 $k(v_0)$ を v_L から v_U の範囲に正規化し $K(v_0)$ とする(ステップ46)。

【0031】

【数7】

傍画像を受け取り、その画素値の分布すなわち局所的な変域を測定する $N \times M$ 個の近傍画像画素値変域解析機構73と、(d) 近傍画像画素値変域解析機構73の結果に基づき、局所的変域の下限値に比例して近傍中心の画素値の補正量を計算する $N \times M$ 個のポジティブ画像画素値変量決定機構74と、(e) 近傍画像画素値変域解析機構73の結果に基づき、対応するネガティブ画像上での局所的変域の下限値に比例して近傍中心の画素値の補正量を計算する $N \times M$ 個のネガティブ画像画素値変量決定機構75と、(f) ポジティブ画像画素値変量決定機構で得られた変量74と、前記ネガティブ画像画素値変量決定機構75で得られた変量によって、ポジティブ画像およびネガティブ画像の画素値を修正し、これらの比の対数によって、近傍中心画素の画素値を補正する $N \times M$ 個の画素値補正機構76と、(g) 画素値補正機構76で得られた画素値を正規化する $N \times M$ 個の画素値正規化機構77と、(h) $N \times M$ 個の画素値正規化機構77から各画素の画素値を受け取り、画像全体を構成して出力する出力機構78とを備えている。

【0035】このような画質改善装置において、入力機構71により画像を入力する。画像の各画素値が取り得る変域の下限を v_L 、上限を v_U で表すものとする。

【0036】近傍画像抽出機構72は、入力機構71より画像を受け取り、この画像中の各画素毎にその近傍領

域を含む部分画像 ($N \times M$ 個) を抽出し、近傍ポジティブ画像とする。近傍の範囲、形状は特に限定しない。近傍の一例として注目する画素の 8 近傍で説明する。図 6において、注目する画素の画素値を v_0 とし、その 8 近傍の画素の画素値をそれぞれ $v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8$ で表すものとする。

【0037】近傍画像画素値変域解析機構 73 は、近傍画像抽出機構 72 より近傍画像を受け取り、近傍画像内での画素値の分布を解析しその変域を測定する。以下の説明では、画素値の分布を表す統計量の一例として、 $v_0, v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8$ 中の最大値 $v_{\max} = \max(v_1, \dots, v_8)$ と最小値 $v_{\min} = \min(v_1, \dots, v_8)$ を用いて説明する。

【0038】ポジティブ画像画素値変量決定機構 74 は、近傍画像画素値変域解析機構 53 より、画素値の局所的変域の最小値 v_{\min} を受け取る。次式によってポジティブ画像画素値変量 δ_{posi} を計算する。

【0039】

$$\text{【数8】 } \delta_{\text{posi}} = C_{\text{amp}} \times (v_{\min} - v_L) + C_{\text{offset}} \quad (C_{\text{amp}}, C_{\text{offset}} \text{ は定数})$$

ポジティブ画像画素値変量 δ_{posi} は、画素値の局所的変域の最小値 v_{\min} にともなって変わる量である。

【0040】ネガティブ画像画素値変量決定機構 75 は、近傍画像画素値変域解析機構 73 より、画素値の局所的変域の最大値 v_{\max} を受け取る。次式によって定まるネガティブ画像画素値変量 δ_{neg} を計算する。

【0041】

$$\text{【数9】 } \delta_{\text{neg}} = C_{\text{amp}} \times (v_U - v_{\max}) + C_{\text{offset}} \quad (C_{\text{amp}}, C_{\text{offset}} \text{ は定数})$$

ネガティブ画像画素値変量 δ_{neg} は、画素値の局所的変域の最大値 v_{\max} にともなって変わる量である。一般に、ある画像の画素値 v に対して $v_U - v$ はその画像のネガティブ画像の画素値となるから、 δ_{neg} はネガティブ画像上での δ_{posi} に相当している。

【0042】画素値補正機構 76 は、近傍画像画素値変域解析機構 73 より、注目する画素の画素値 v_0 を受け*

$$K(v_0) = \frac{v_U - v_L}{k(v_U) - k(v_L)} \times (k(v_0) - k(v_L)) + v_L$$

画像出力機構 78 は、 $N \times M$ 個の画素値正規化機構 77 より v_L から v_U の範囲に正規化された各画素の画素値 $K(v_0)$ を受け取り、画像全体を構成して出力する。

【0047】以上説明したように、第 1 の実施例によれば、入力された原画像から、その各画素の近傍でのコントラストを改善したシャープな画像を得ることが可能となり、例えば撮像素子からの輝度信号を高精度に補正したり、コントラストの悪い画像データの画質を大幅に改善するなどの効果がある。

【0048】また、第 2 の実施例によれば、入力された原画像から、その各画素の近傍でのコントラストを改善したシャープな画像を高速に得ることが可能となり、例

*取り、ポジティブ画像画素値変量決定機構 74 よりポジティブ画像画素値変量 δ_{posi} を受け取り、ネガティブ画像画素値変量決定機構 75 よりネガティブ画像画素値変量 δ_{neg} を受け取る。次式で定義される画素値の関数 $k(v)$

【0043】

【数10】

$$k(v) = 1 \circ g \frac{v - v_L + \delta_{\text{posi}}}{v_U - v + \delta_{\text{neg}}}$$

によって注目する画素の画素値 v_0 を $k(v_0)$ に補正する。この式は、ポジティブ画像画素値変量 δ_{posi} によって補正されたポジティブ画像の画素値と、ネガティブ画像画素値変量 δ_{neg} によって補正されたネガティブ画像の画素値との比の対数を求めるに相当している。

【0044】

【数11】

$$k(v) = 1 \circ g \frac{v_0 - v_L + \delta_{\text{posi}}}{v_U - v_0 + \delta_{\text{neg}}}$$

同様に、以下の諸量を求める。

【0045】

【数12】

$$k(v_L) = 1 \circ g \frac{\delta_{\text{posi}}}{v_U - v_L + \delta_{\text{neg}}}$$

画素値正規化機構 77 は、画素値補正機構 76 より注目する画素の補正された画素値 $k(v_0)$ および、 $k(v_L), k(v_U)$ を受け取り、次式によって、画素値 $k(v_0)$ を v_L から v_U の範囲に正規化し $K(v_0)$ とする。

【0046】

【数13】

$$K(v_0) = \frac{v_U - v_L + \delta_{\text{posi}}}{\delta_{\text{neg}}} \times (k(v_0) - k(v_L)) + v_L$$

えば撮像素子からの輝度信号を高速かつ高精度に補正したり、コントラストの悪い画像データの画質を大幅に改善するなどの効果がある。

【0049】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、例えばイメージセンサやモニタカメラ等から入力した画像のコントラストとシャープさとを大幅に改善することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の線形変換によるコントラストの強調法を説明するための図である。

【図2】従来の指数変換によるコントラストの強調法を

説明するための図である。

【図3】従来の対数変換によるコントラストの強調法を説明するための図である。

【図4】本発明の第1の実施例にかかる画質改善方法の処理の流れを示すための図である。

【図5】同実施例にかかる装置の機能ブロック図である。

【図6】画素値の補正方法を説明するための図である。

【図7】本発明の第2の実施例の画質改善装置の機能ブロック図である。

【図8】第1の実施例の効果を説明するための原画像をドットプリンタによりプリントした画像を示す図である(医用画像の一例である眼底写真)。

【図9】第1の実施例の効果を説明するための結果画像をドットプリンタによりプリントした画像を示す図である(医用画像の一例である眼底写真)。

【図10】第1の実施例の効果を説明するための原画像をドットプリンタによりプリントした画像を示す図である(風景写真の一例としてガソリンスタンドの俯瞰写真)。

【図11】第1の実施例の効果を説明するための結果画像をドットプリンタによりプリントした画像を示す図である(風景写真の一例としてガソリンスタンドの俯瞰写真)。

【図12】第1の実施例の効果を説明するための原画像をドットプリンタによりプリントした画像を示す図である(石膏のブロック写真)。

【図13】第1の実施例の効果を説明するための結果画像をドットプリンタによりプリントした画像を示す図である(石膏のブロックの写真)。

【符号の説明】

5 1, 7 1 入力機構

5 2, 7 2 近傍画像抽出機構

5 3, 7 3 近傍画像画素値変域解析機構

5 4, 7 4 ポジティブ画像画素値変量決定機構

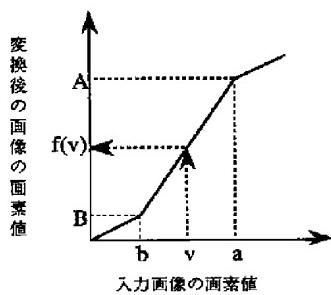
5 5, 7 5 ネガティブ画像画素値変量決定機構

5 6, 7 6, 画素値補正機構

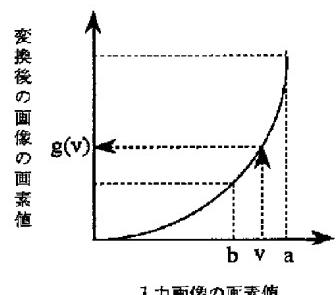
5 7, 7 7 画素値正規化機構

5 8, 7 8 出力機構

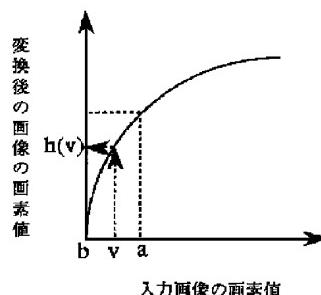
【図1】



【図2】



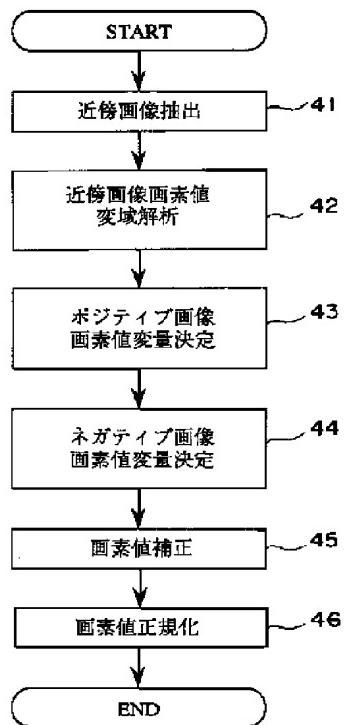
【図3】



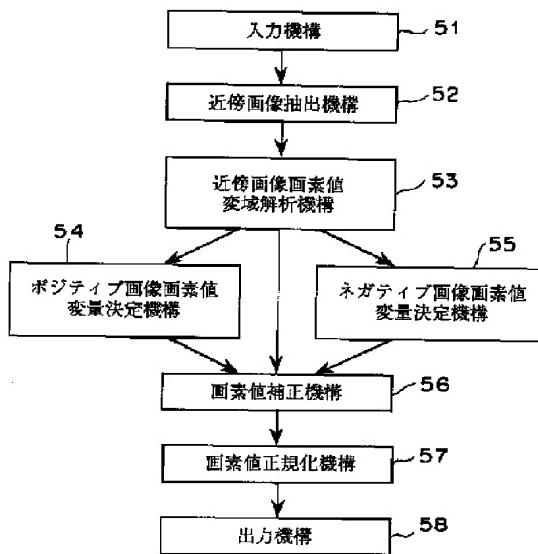
【図6】

v1	v2	v3
v8	v0	v4
v7	v6	v5

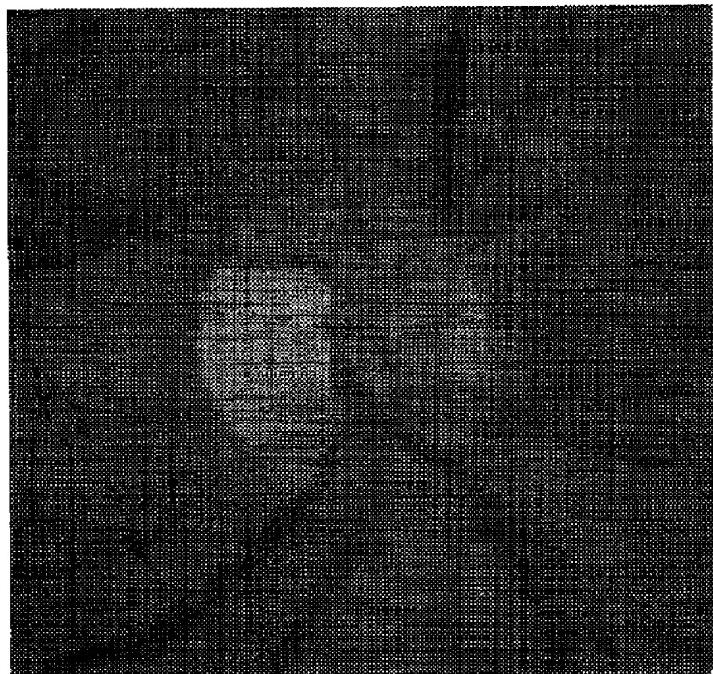
【図4】



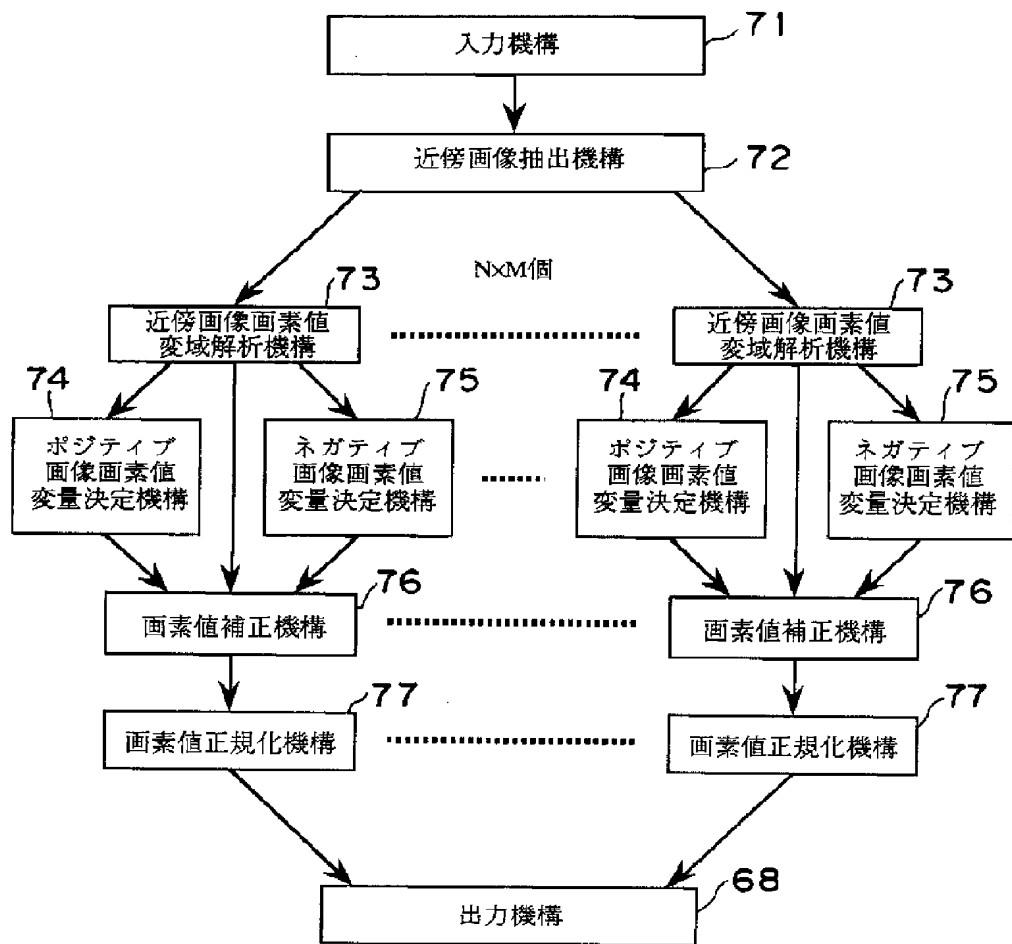
【図5】



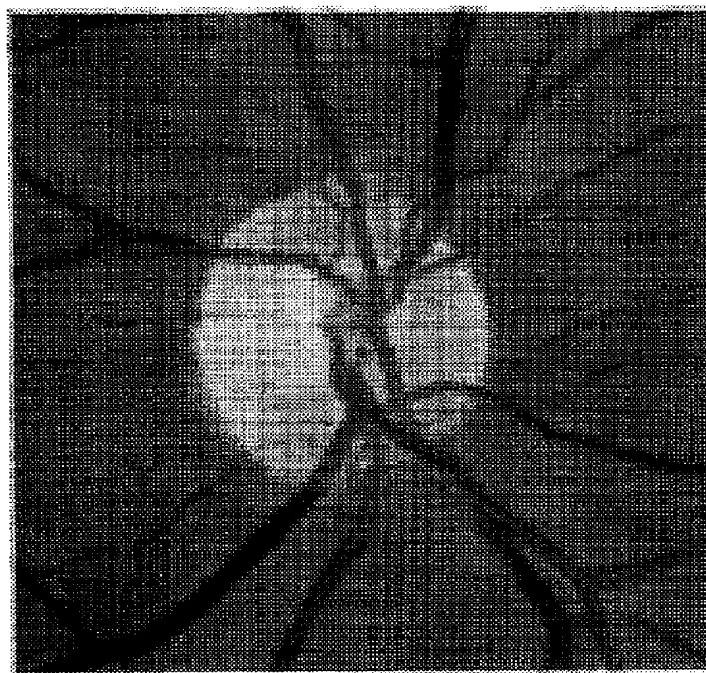
【図8】



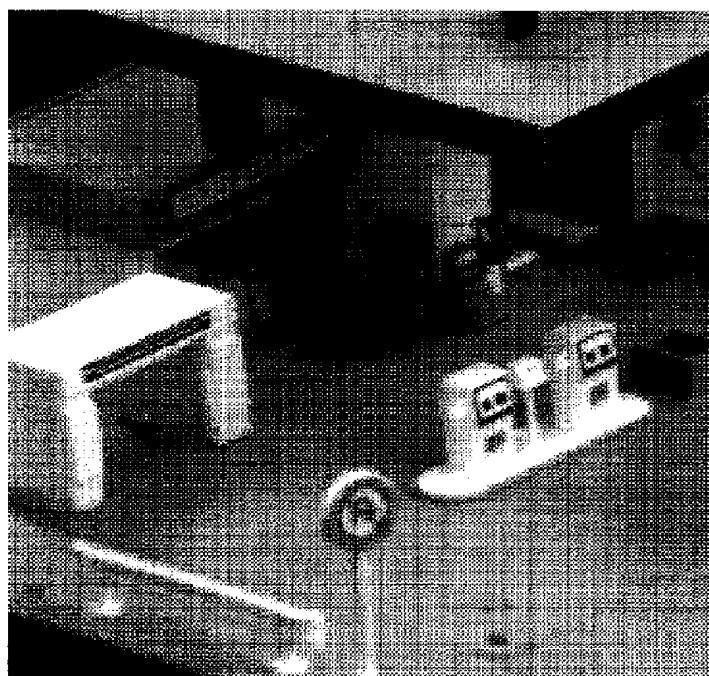
【図7】



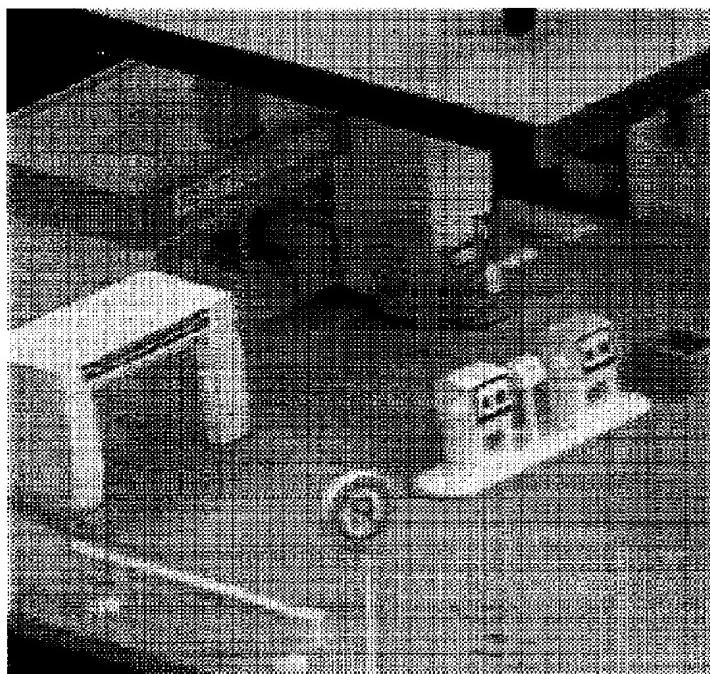
【図9】



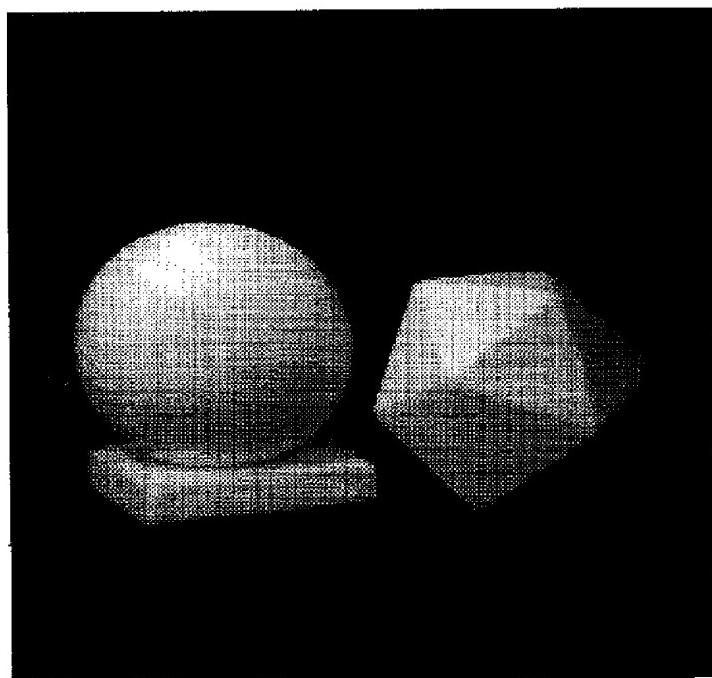
【図10】



【図11】



【図12】



【図13】

